

**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL OKAVANGO**



**PRESENTADO POR:
CRISTIAN SANTIAGO BARCO LATORRE
100417010725**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2023**

**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL OKAVANGO**



**PRESENTADO POR:
CRISTIAN SANTIAGO BARCO LATORRE
100417010725**

**DIRECTORA:
Msc. Carolina Polo Garzón**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2023**

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 8 |
| 2 | OBJETIVOS | 9 |
| 2.1 | OBJETIVO GENERAL | 9 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 9 |
| 3 | ALCANCE | 10 |
| 4 | JUSTIFICACIÓN | 11 |
| 5 | MARCO TEÓRICO | 12 |
| 6 | MARCO NORMATIVO | 13 |
| 7 | INFORMACIÓN DE LA EMPRESA | 14 |
| 8 | METODOLOGÍA | 15 |
| 9 | DESARROLLO DE LA PASANTÍA | 17 |
| 9.1 | DATOS DEL PROYECTO | 17 |
| 9.1.1 | <i>Especificaciones técnicas</i> | 18 |
| 9.2 | APOYO EN LA SUPERVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO | 19 |
| 9.2.1 | <i>UNIDADES DE VIVIENDA</i> | 20 |
| 9.2.2 | <i>ZONA SOCIAL</i> | 35 |
| 9.3 | SEGUIMIENTO Y ACOMPAÑAMIENTO DEL PERSONAL EN OBRA | 46 |
| 9.3.1 | <i>Personal administrativo</i> | 46 |
| 9.3.2 | <i>Asesoramiento a contratistas</i> | 50 |
| 9.4 | SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CONCRETO | 52 |
| 9.5 | ELABORACIÓN DE INFORMES Y MEMORIAS DE OBRA | 55 |
| 10 | CONCLUSIONES | 58 |
| 11 | BIBLIOGRAFIA | 60 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Actividades realizadas | 16 |
| Tabla 2. Especificaciones materiales de construcción | 18 |
| Tabla 3. Tipo de concreto según elemento estructural..... | 54 |

LISTA DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1. Planta conjunto residencial Okavango..... | 17 |
| Imagen 2. Estado de obra al inicio de la pasantía | 19 |
| Imagen 3. Distribución mallas electrosoldadas superiores losa de entrepiso casa medianera ampliada | 21 |
| Imagen 4. Detalles de refuerzo en esquinas losa de entrepiso | 21 |
| Imagen 5. Secciones transversales vigas de entrepiso casa medianera | 22 |
| Imagen 6. Revisión losa de entrepiso..... | 23 |
| Imagen 7. Plano estructural escalera | 24 |
| Imagen 8. Armado acero y fundición escalera..... | 25 |
| Imagen 9. Planta refuerzo estructural segundo piso casa medianera | 26 |
| Imagen 10. Refuerzo horizontal muros de mampostería | 26 |
| Imagen 11. Pega de mampostería segundo piso | 27 |
| Imagen 12. Fundición de dovelas..... | 28 |
| Imagen 13. Planta de cubierta casa medianera | 29 |
| Imagen 14. Vigas segundo nivel y de remate..... | 30 |
| Imagen 15. Vista en perfil plano vigas de remate y cubierta | 30 |
| Imagen 16. Instalación perlines y cubierta..... | 31 |
| Imagen 17. Distribución red de agua caliente y fría primer piso..... | 32 |
| Imagen 18. Red hidráulica..... | 32 |
| Imagen 19. Prueba de presión hidrostática. | 33 |
| Imagen 20. Repello fachadas..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Imagen 21. Plano arquitectónico, fachada. | 34 |
| Imagen 22. Fachadas casas Okavango | 35 |
| Imagen 23. Modulación losa de entrepiso salón social | 36 |
| Imagen 24. Casetón atex | 36 |
| Imagen 25. Losa y vigas de entrepiso salón social | 37 |
| Imagen 26. Columnas y vigas de cubierta salón social. | 38 |
| Imagen 27. Plano muros no estructurales segundo piso salón social. | 38 |
| Imagen 28. Mampostería no estructural salón social. | 39 |
| Imagen 29. Plano arquitectónico acceso vehicular..... | 40 |
| Imagen 30: Plano caissons y pantallas de acceso vehicular..... | 41 |
| Imagen 31. Caissons para pantallas de acceso vehicular..... | 41 |
| Imagen 32. Pedestal superior pantallas de acceso vehicular | 42 |
| Imagen 33. Pantallas de acceso vehicular. | 43 |
| Imagen 34. Plano arquitectónico piscinas | 44 |
| Imagen 35. Plano estructural cuarto de bombas | 45 |
| Imagen 36. Armado de acero y encofrado cuarto de bombas..... | 46 |
| Imagen 37. Detallado etapa 1..... | 47 |
| Imagen 38. Cantidades plataforma edificar | 48 |
| Imagen 39. Recepción carpintería..... | 49 |
| Imagen 40. Corte longitudinal red de agua caliente y fría actualizado | 50 |
| Imagen 41. Prueba de presión hidrostática | 51 |
| Imagen 42.Toma de muestras de cilindros..... | 52 |
| Imagen 43. Resultados ensayo de resistencia a la compresión | 53 |
| Imagen 44. Hoja electrónica control de concretos..... | 54 |

| | |
|---|----|
| Imagen 45. Informes de obra..... | 55 |
| Imagen 46. Memoria de obra viga de remate 12x20cm | 56 |
| Imagen 47. Memoria de obra carpintería..... | 57 |

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la ingeniería civil ha sido uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de las sociedades, ya que tiene como objetivo base el satisfacer las necesidades de las comunidades, permitiendo la mejoría de la calidad de vida y garantizando el progreso de las personas teniendo en cuenta el ritmo de vida actual. Los ingenieros civiles pueden abarcar un gran campo de acción que puede incluir la planificación, diseño, ejecución, mantenimiento, operatividad de un proyecto, entre otros.

Debido a la gran importancia que conlleva la ingeniería civil, la Universidad del Cauca a lo largo de su historia ha sido encargada de formar profesionales íntegros, dotados de conocimiento y valores necesarios que permitan adaptarse y dar solución a las necesidades actuales de la sociedad. En consecuencia de esto, la facultad de ingeniería civil de la Universidad del Cauca ofrece a sus estudiantes 3 alternativas para la obtención del grado y la culminación de la formación académica, trabajo de investigación, práctica profesional y estudios de profundización.

Dado lo anterior y la escogencia bajo la modalidad de pasantía, este anteproyecto evidencia el desarrollo de la practica empresarial en la empresa constructora Madecons S.A en la construcción del conjunto residencial Okavango, ubicado en el sector norte de la ciudad de Popayán, bajo la cual el estudiante tuvo un gran acercamiento al entorno profesional y fue capaz de aplicar conocimientos y habilidades adquiridas durante la formación académica y además contribuyó en el desarrollo de múltiples actividades durante su estancia en el desarrollo del proyecto residencial.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de ingeniería con el fin de fortalecer y aplicar los conocimientos teórico-prácticos, habilidades y destrezas adquiridos durante la carrera mediante el acompañamiento, apoyo y supervisión en el proceso constructivo del conjunto residencial Okavango a cargo de la empresa Madecons S.A.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar en la supervisión del proceso constructivo en la etapa 2 del proyecto y zona social, garantizando la correcta ejecución de la obra y las buenas prácticas ingenieriles durante la construcción.
- Brindar acompañamiento al personal a cargo durante la ejecución del conjunto residencial Okavango.
- Realizar seguimiento y control del concreto suministrado a la obra.
- Acompañar al personal de la empresa en la elaboración de informes y memorias de obra.

3 ALCANCE

La práctica empresarial permitió al estudiante reforzar, aplicar y generar nuevos conocimientos al estar inmerso en el ambiente laboral, permitiendo con esto enriquecer lo aprendido durante su formación académica a nivel de pregrado.

El estudiante sirvió de apoyo durante la construcción del conjunto residencial Okavango mediante la supervisión, seguimiento y acompañamiento en la etapa constructiva del proyecto.

Una vez culminada la práctica empresarial, el estudiante consiguió fortalecer sus conocimientos en el ambiente práctico y será capaz bajo una perspectiva más amplia laboralmente, dar solución a diversos tipos de problemáticas que pudieran presentarse durante el ejercicio de su vida profesional y así poder desempeñarse de manera satisfactoria en el campo laboral.

4 JUSTIFICACIÓN

La ingeniería civil al tener un papel fundamental en la sociedad y ser generador de progreso en uno de sus múltiples campos de acción, el sector de la construcción; es uno de los bastiones fundamentales en la economía de Colombia, siendo una gran industria generadora de empleos y que además satisface las necesidades de infraestructura para bienes y servicios en la sociedad.

De igual manera, las empresas constructoras cumplen un rol primordial en la conservación de la economía, mediante el desarrollo de proyectos de todo tipo, destacando los proyectos de vivienda, que tratan de satisfacer las necesidades de la población y de ayudar a mitigar los déficits de vivienda que atraviesa el país y por supuesto la ciudad de Popayán.

Teniendo en cuenta lo anterior y cumpliendo con la resolución FIC-820 de 2014 (reglamento de trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil), se optó como modalidad de trabajo de grado la práctica empresarial que se desarrolló en la constructora Madecons S.A mediante el acompañamiento al proceso constructivo de 25 viviendas asociadas a la etapa 2 así como la zona social del conjunto residencial Okavango, ubicado en la ciudad de Popayán. Esto con el fin de conocer, aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos durante la estancia en el claustro universitario, de una manera práctica y con un gran acercamiento al ambiente laboral, lo que le proporcionó al estudiante mayor experiencia y aptitudes que le permitieron crecer de manera personal y profesional, para ayudar a satisfacer las necesidades del mundo actual y ser capaz de tomar decisiones con el fin de solucionar las problemáticas que puedan surgir durante su ejercicio profesional.

5 MARCO TEÓRICO

El acceso a la vivienda nueva es una problemática persistente en Colombia y que además afecta a diversos sectores de la población. Esta problemática está caracterizada por falta de viviendas disponibles y a su vez asequibles en el mercado, diferentes requisitos financieros, altos costos de construcción, además de falta de acceso a los servicios básicos en nuevas áreas de desarrollo. Unos de los hogares que se ven más afectados por estas problemáticas son los perteneciente a los estratos 3 y 4, donde se encuentran hogares de ingresos medios-bajos y medios que suelen contar con una situación económica estable pero pueden tener algunas restricciones en cuanto a vivienda y calidad de vida.

Esta problemática se manifiesta en la falta de opciones de vivienda que se ajusten a sus necesidades y posibilidades económicas, teniendo en cuenta los costos de las viviendas en relación con los ingresos de la clase media. Esta situación no solo perjudica el bienestar y la estabilidad de esta clase, sino que obstaculiza su desarrollo económico. Por tal motivo, es de suma importancia implementar estrategias, técnicas y sistemas de construcción que reduzcan los costos de construcción y con ello la reducción en los precios de las viviendas. El conjunto residencial Okavango al estar localizado en una zona de crecimiento en la ciudad de Popayán, está catalogado en la actualidad como estrato 4, ofrece a la población una alternativa de vivienda mediante uno de los sistemas que permite garantizar buenas condiciones en el cumplimiento de diseños sismorresistentes y que además presenta ventajas de orden operativo y económico, el sistema de mampostería parcialmente reforzada. (MELGAR, 2015) Se puede realizar modulaciones estrictas que disminuyen desperdicio de material en muros, elementos de cierre se pueden considerar como parte de la estructura al cumplir con funciones portantes y arquitectónicas, se puede hacer reducción en costos de formaletería y obra falsa debido a que el refuerzo que se requiere se puede colocar dentro de las perforaciones verticales de la misma manera en que se ubican instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de comunicaciones. Además, dependiendo del manejo que se tenga del diseño arquitectónico y estructural, el sistema puede brindar y reflejar una imagen de innovación, seguridad y solidez, que elevan la calidad del producto entregado a los usuarios. (ARBELÁEZ, 2001)

6 MARCO NORMATIVO

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 Titulo D – Mampostería estructural
- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 Titulo C – Concreto estructural
- NTC 4026 (ASTM C90)
- NTC 3329 (ASTM C270)
- NTC 4048 (ASTM C476)

7 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA



Nombre: Constructora Madecons S.A.

Representante legal: Jairo Ildebrando Revelo Jiménez

NIT: 800.097.794-8

E-mail: contacto@constructoramadecons.com

Teléfono: (572) 8209279

Dirección: Calle 3 No. 5-56 Oficina 201 Edificio Colonial

Popayán – Colombia

8 METODOLOGÍA

La práctica empresarial propuesta en este documento estuvo bajo la dirección de la arquitecta Msc. Carolina Polo Garzón asociada al departamento de construcción de la Universidad del Cauca, quien fue la profesional encargada de realizar el acompañamiento y la revisión técnica del trabajo realizado durante la práctica profesional. De igual manera, la práctica se desarrolló en obra bajo la supervisión de la ingeniera María Teresa Ojeda, directora de obra del proyecto conjunto residencial Okavango, quien a su vez certificó el cumplimiento de las horas trabajadas y realizó una valoración al desempeño de la práctica.

De manera inicial, la ingeniera fue la encargada de dar al estudiante una inducción con el fin de que se familiarice con la metodología y el lugar de trabajo, todo esto luego de haber asistido a la debida capacitación de seguridad y salud en el trabajo. Luego de la etapa de inducción el estudiante brindó acompañamiento y supervisión en la etapa constructiva y de entrega de las unidades de vivienda y de la zona social. La pasantía se realizó hasta cumplir un tiempo de 384 horas de trabajo donde se aplicaron los conocimientos aprendidos y se desempeñaron las labores de auxiliar de ingeniería durante el desarrollo del proyecto. De igual manera se realizaron informes de registro mensual con las actividades ejecutadas apoyadas con imágenes que dieron sustento de ello, las cuales fueron revisados por la directora de pasantía.

La metodología empleada durante el desarrollo de la práctica profesional fue tanto cuantitativa como cualitativa ya que esta se ajustaba acorde a la actividad ejecutada en campo. Entre las actividades de carácter cuantitativo se realizaron la revisión de cada uno de los elementos estructurales tanto de las unidades de vivienda como de la zona social, contemplando actividades como la localización, revisión de cuantías de acero, cantidades y dosificaciones de concreto, chequeo de presiones, entre otras actividades que se enumeran en la tabla 1. Por otra parte, se tuvieron actividades que implicaron una metodología cualitativa, como por ejemplo en la etapa 1 donde era necesario valerse de la inspección visual para identificar posibles

problemas como la humedad y acabados imperfectos. De igual manera en la recepción de elementos de carpintería donde el pasante junto con el personal administrativo realizaba la verificación de la calidad y cumplimiento de acuerdo con lo contratado. A continuación, se muestra una tabla resumen donde se plasma de manera general las actividades realizadas para el cumplimiento de cada uno de los objetivos previamente planteados:

Tabla 1. Actividades realizadas

| Objetivo | Actividad realizada |
|--|---|
| Apoyar en la supervisión del proceso constructivo en la etapa 2 del proyecto y zona social, garantizando la correcta ejecución de la obra y las buenas prácticas ingenieriles durante la construcción. | Liberación losa y vigas de entrepiso (unidades de vivienda) |
| | Liberación escaleras (unidades de vivienda) |
| | Liberación mampostería segundo piso (unidades de vivienda) |
| | Liberación vigas segundo piso y vigas de remate (unidades de vivienda) |
| | Liberación cubierta (unidades de vivienda) |
| | Supervisión instalación tubería hidráulica y sanitaria. |
| | Liberación repellos |
| | Inspección colocación fachaleta |
| | Liberación losa y vigas de entrepiso salón social |
| | Liberación columnas segundo piso y vigas de cubierta salón social |
| | Supervisión mampostería no estructural salón social. |
| | Liberación pantallas de acceso vehicular. |
| | Liberación muros y losa superior cuarto de bombas. |
| Brindar acompañamiento al personal a cargo durante la ejecución del conjunto residencial Okavango. | Recorrido identificación de detalles en casas etapa 1 con personal administrativo |
| | Acompañamiento carga de cantidades ejecutadas en software edificar |
| | Acompañamiento recepción de muebles y pasamanos en carpintería |
| | Actualización planos redes agua caliente y fría |
| | Asesoramiento contraristas |
| Realizar seguimiento y control del concreto suministrado a la obra. | Supervisión pruebas de presión hidrostática. |
| | Realización ensayos slump y toma de muestras cilindros |
| | Supervisión dosificación del concreto y grouting preparado en obra |
| | Recepción concreto premezclado |
| Acompañar al personal de la empresa en la elaboración de informes y memorias de obra | Envío especímenes cilíndricos a laboratorio |
| | Elaboración informes de obra |
| | Apoyo en elaboración de memorias de obra |

Fuente: Elaboración propia

9 DESARROLLO DE LA PASANTÍA

9.1 DATOS DEL PROYECTO

Imagen 1. Planta conjunto residencial Okavango



Fuente: Constructora Madecons S.A

El conjunto residencial Okavango es un proyecto de vivienda ubicado en la carrera 22 N° 55N – 165 en el sector de la variante norte de Popayán. Estará compuesto por 80 casas en mampostería estructural de 2 niveles con 4 diferentes tipologías de vivienda que contarán con portería, salón social, local comercial, piscina, entre otros. El proyecto se construirá en 3 etapas. La etapa 1 con 26 unidades de vivienda, la etapa 2 con 25 y la etapa 3 con 29 unidades. La primera etapa, al momento del inicio de la pasantía, se encontraba en fase de acabados y detallados, restando actividades de este tipo para quedar lista para su entrega; mientras que las 25 viviendas asociadas a la etapa 2 junto con la zona social se encontraban en diferentes fases del proceso constructivo, las viviendas ya contaban con la mampostería del primer nivel y algunas donde ya se había realizado la fundición de las losas de entrepiso y la ejecución de la mampostería en el segundo nivel.

9.1.1 Especificaciones técnicas

El sistema estructural utilizado en la construcción de las unidades de vivienda fue mampostería parcialmente reforzada, la cual consiste en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero y reforzada internamente con barras de acero; esto acompañado con algunos elementos en concreto reforzado que ayudan a proporcionar resistencia y rigidez a la estructura.

A continuación, se muestran las especificaciones de los materiales que se usaron durante el proceso constructivo:

Tabla 2. Especificaciones materiales de construcción

| Materiales | | Resistencia (kg/cm ²) |
|-----------------------------|--------|-----------------------------------|
| Mamposteria | 1 piso | $f'm = 120$ |
| | 2 piso | $f'm = 100$ |
| Mortero de pega | | $f'cp = 175$ |
| Mortero de relleno | | $1.2F'm < F'cr < 1.5F'm$ |
| Aceros lisos #2 | | $f'y = 2600$ |
| Aceros corrugados \geq #3 | | $f'y = 4200$ |
| Mallas electrosoldadas | | $f'y = 4200$ |
| Concreto | | $F'c = 210$ |

Fuente: Elaboración propia

9.2 APOYO EN LA SUPERVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Imagen 2. Estado de obra al inicio de la pasantía



Fuente: Constructora Madecons S.A

A la fecha de inicio de la pasantía, el estado de la construcción de las viviendas se encontraba en varias fases, las 26 casas pertenecientes a la etapa 1 se encontraban en fase de detalles y acabados, de igual manera faltaban algunos detalles de urbanismo en la etapa 1, por ejemplo, el arreglo de muretes de contadores, instalación postes de luminaria, instalación de tapas sobre camaras eléctricas, citofonía y ritel, etc. En cuanto a las 25 casas pertenecientes a la etapa 2, se tenían 14 casas con la mampostería del segundo piso parcialmente ejecutada, esto quiere decir que no tenían fundidas las vigas de segundo nivel, 7 casas sin realizar mampostería de segundo piso, de las cuales 6 se encontraban sin fundición de la losa de entrepiso y 4 casas con la mampostería totalmente realizada entre las que se encuentra una casa adosada (2 casas medianeras) de las cuales una se destinaba como la casa modelo y ya se encontraba con sus acabados.

Por otra parte, la zona social que cuenta con varios espacios comunes, como por ejemplo el salón social, contaba con la cimentación, contrapiso y columnas de primer piso fundidas. Espacios como el local comercial, portería, cuarto eléctrico y ritel, se encontraban con la mampostería en fase de finalización. En cuanto a las piscinas, tanto la de adultos como la de niños se encontraban con los muros exteriores y losa fundida y se contaba con la excavación para el cuarto de bombas.

9.2.1 UNIDADES DE VIVIENDA

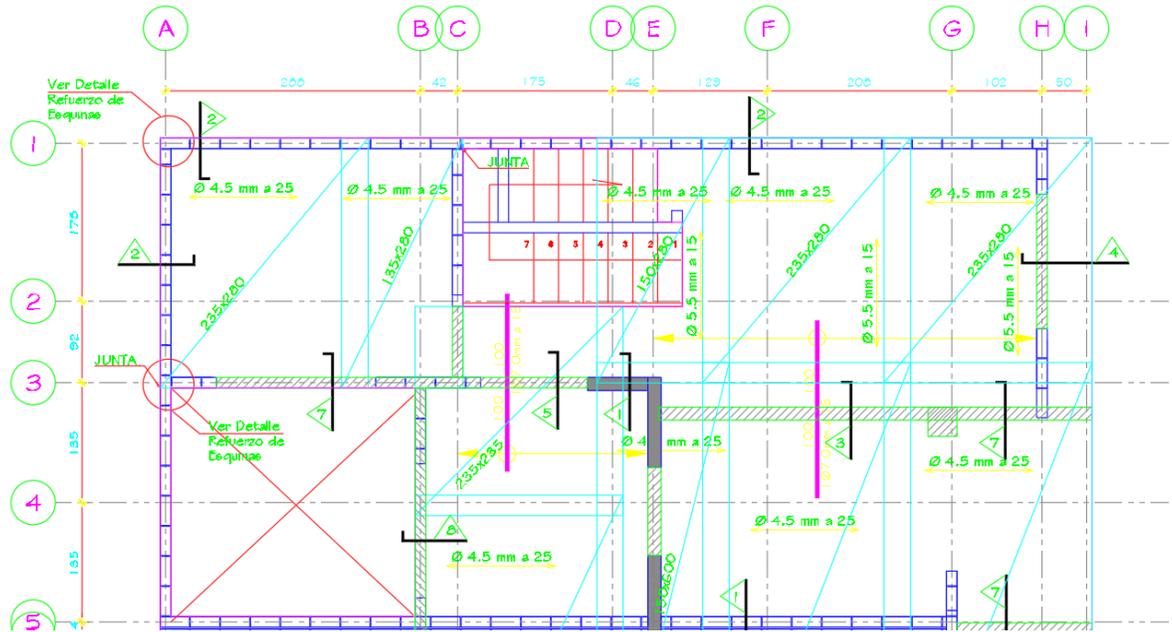
En este apartado se abordan cada uno de los ítems relacionados al proceso constructivo de las unidades de vivienda en las que el pasante fue partícipe. Las viviendas del proyecto Okavango contemplan 4 tipologías y contaban con un área que variaba desde los 75.7 m² hasta los 95.8 m².

9.2.1.1 Losas y vigas de entrepiso

De las 25 casas pertenecientes a la etapa 2 del proyecto, el pasante fue partícipe en la supervisión y liberación de 6 losas y sus respectivas vigas de entrepiso, las demás ya se encontraban fundidas al inicio de la práctica profesional.

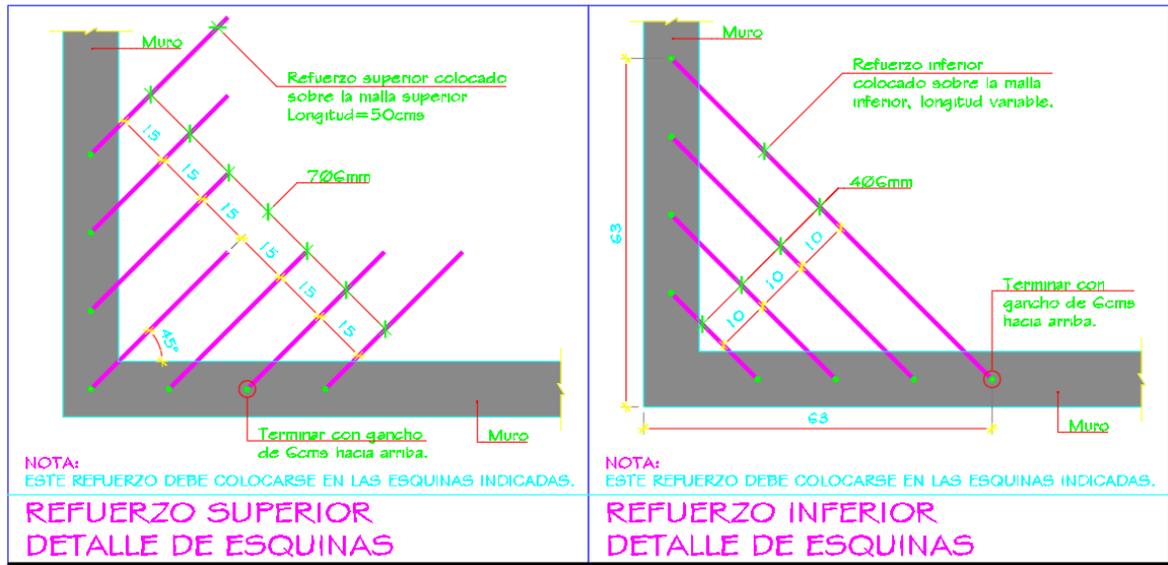
La imagen 3 muestra uno de los planos usados para la verificación de los aceros e indica la distribución de las mallas electrosoldadas superiores en la losa de entrepiso de la casa tipo medianera ampliada.

Imagen 3. Distribución mallas electrosoldadas superiores losa de entrepiso casa medianera ampliada



Fuente: Constructora Madecons S.A

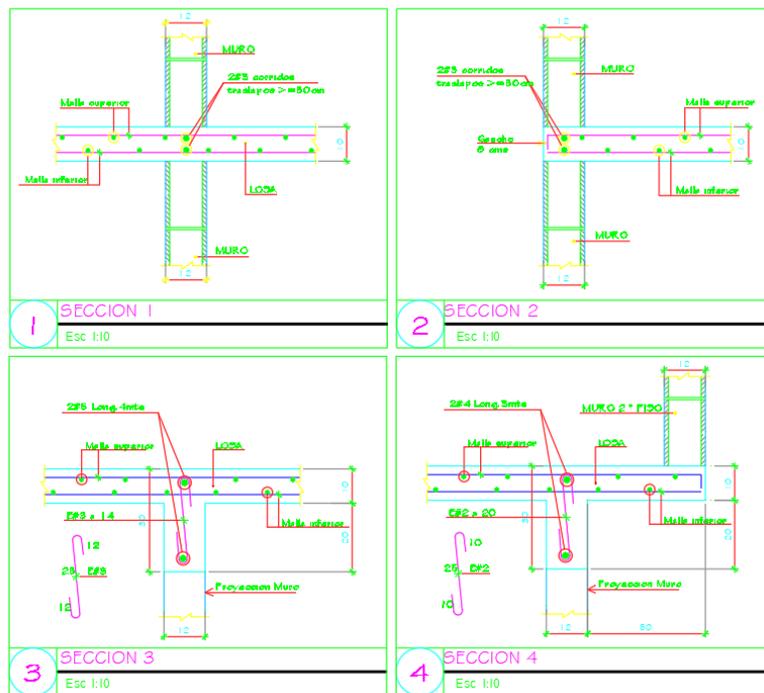
Imagen 4. Detalles de refuerzo en esquinas losa de entrepiso



Fuente: Constructora Madecons S.A

Para el refuerzo de la losa de entrepiso, tal como se evidencia en las imágenes 3 y 4, se contaba con mallas electrosoldadas inferior y superior, para la inferior se tenía una malla de diámetro 6.5mm con separación de 15mm y para la superior una malla de 5.5mm separada a 15cm en un sentido y a 25 cm en otro. De igual manera se contaban con refuerzos adicionales en algunas esquinas como se muestra en la imagen 4, y un refuerzo adicional sobre la malla superior que consta de grafiles de 7mm y 2m de longitud distribuidos cada 15 cm sobre el eje 3.

Imagen 5. Secciones transversales vigas de entrepiso casa medianera



Fuente: Constructora Madecons S.A

Se realizó la supervisión y la liberación de las losas y vigas de entrepiso de 6 casas de la etapa 2 del conjunto residencial Okavango. Durante esta etapa, se realizó la revisión de la cuantía de acero en vigas y losa de entrepiso, diámetros de las barras, separación de estribos, traslapes en aceros para vigas y mallas electrosoldadas, ubicación de refuerzo en esquinas indicadas y ubicación de dovelas de arranque para segundo piso. Se verificó de igual manera los arranques para la escalera, la

ubicación de las luminarias para el primer piso y los puntos de iluminación y tomas eléctricos del segundo piso.

Imagen 6. Revisión losa de entrepiso

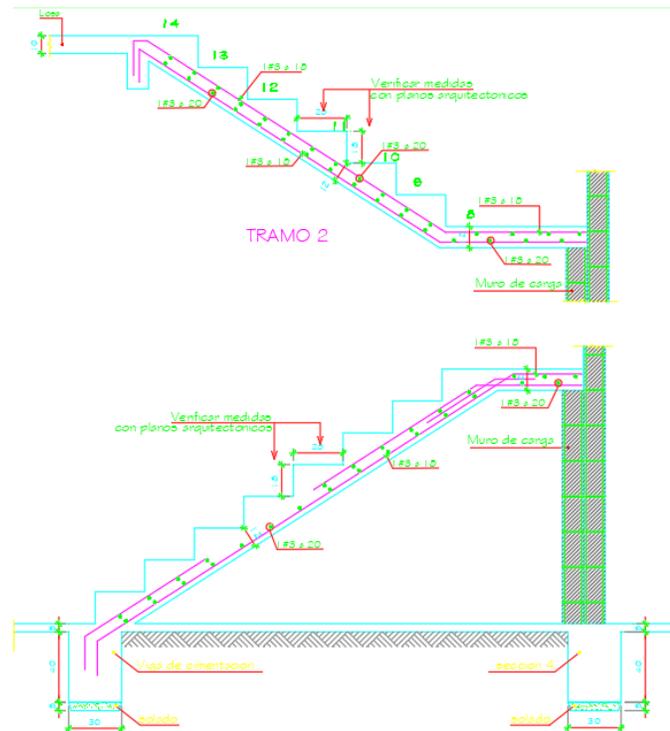


Fuente: Elaboración propia

9.2.1.2 Escaleras

Al igual que en las losas de entrepiso, el pasante participó en la liberación y revisión de las escaleras de 6 casas de la etapa 2 del proyecto. A continuación se muestra el plano estructural de las escaleras, el cual era el mismo para los distintos tipos de vivienda.

Imagen 7. Plano estructural escalera



Fuente: Constructora Madecons S.A

Una vez se tenía fundida la losa de entrepiso, era posible empezar con el encofrado de la escalera, para ello previamente en la losa de entrepiso se debían haber dejado embebidos los arranques de refuerzo igual que en el primero piso donde se debían anclar los arranques por medio de perforaciones y la colocación de aditivo epóxico de anclaje a los cuales irán empalmados las parrillas #3 que se muestran en el plano estructural de la imagen 7. De igual manera se chequearon las dimensiones de huella, contrahuella y descanso y la verificación en la escuadra de los escalones.

Imagen 8. Armado acero y fundición escalera



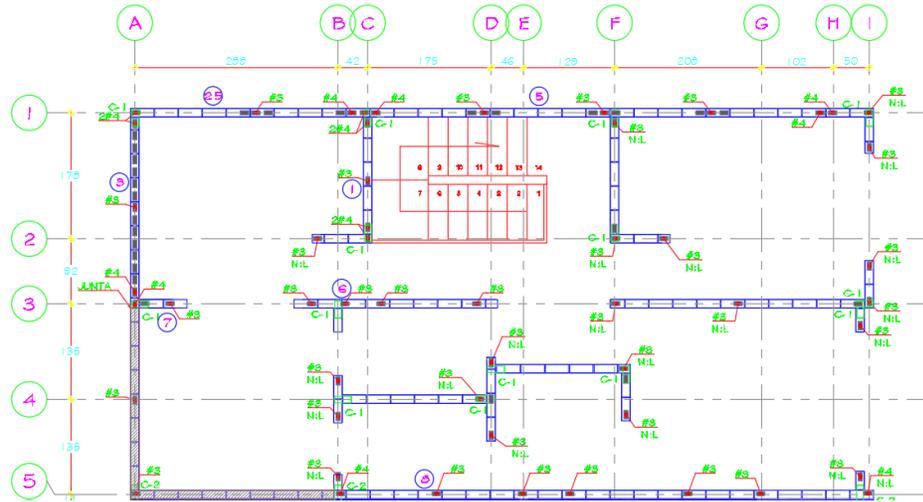
Fuente: Elaboración propia.

9.2.1.3 Mampostería

Al momento de inicio de la pasantía en la totalidad de las casas de la etapa 2 se encontraba ejecutada la mampostería del primer piso, 14 casas con la mampostería del segundo piso parcialmente ejecutada y 7 casas sin iniciar la mampostería del segundo piso.

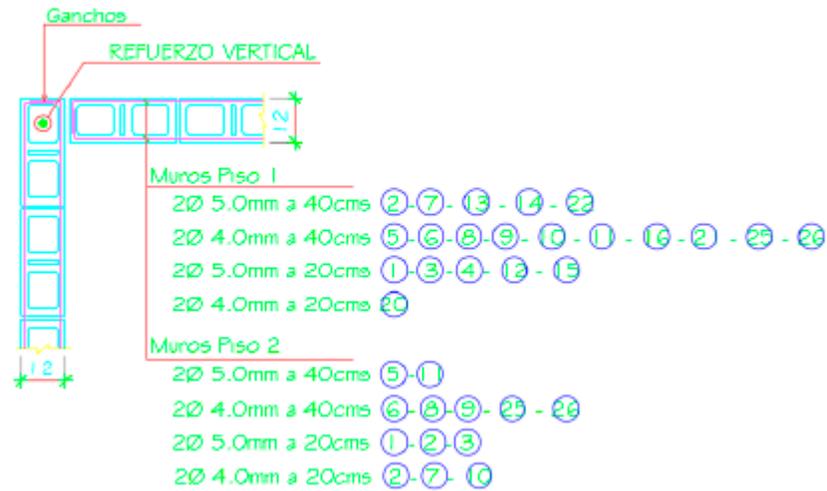
Las labores realizadas en este punto por el pasante fueron la verificación de la modulación y cimbrado sobre la losa de entrepiso, verificación de la dimensión de los espacios arquitectónicos sobre la cimbra, la ubicación de las dovelas de arranque, la ubicación de las tuberías eléctricas, teniendo en cuenta que tanto las dovelas de arranque como las tuberías queden dentro de los bloques de arcilla, pero evitando que queden dentro de la misma celda.

Imagen 9. Planta refuerzo estructural segundo piso casa medianera



Fuente: Constructora Madecons S.A

Imagen 10. Refuerzo horizontal muros de mampostería.



Fuente: Constructora Madecons S.A

Una vez verificado y liberado lo anteriormente mencionado, se procede a iniciar la pega de los muros de mampostería donde se realizan las verificaciones de la colocación de refuerzos horizontales y conectores de acuerdo con la ubicación de los muros según lo indicado en los planos estructurales. De igual manera se hace

la revisión de los niveles de mampostería, escuadra y plomada en los muros, espacios arquitectónicos y espacios de puertas y ventanas.

Una vez se tienen levantados en su totalidad los muros de mampostería, se procede a la ubicación de las dovelas de refuerzo tal como se evidencia en el plano estructural de la imagen 9, donde se aseguran los aceros a los arranques, se verifica que el diámetro sea igual al del arranque que debe estar embebido en la losa de entrepiso y la limpieza de las celdas junto con su caja de inspección o “ratonera”.

Imagen 11. Pega de mampostería segundo piso



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se procedió a la fundición de las celdas, indicadas en los planos estructurales, utilizando grouting en proporciones 1:2.5:1.5, con grava de ½” y aditivo fluidificante con el fin de disminuir la cantidad de agua de la mezcla sin afectar la resistencia del concreto y que además permita un vaciado homogéneo a lo largo de toda la celda.

Imagen 12. Fundición de dovelas

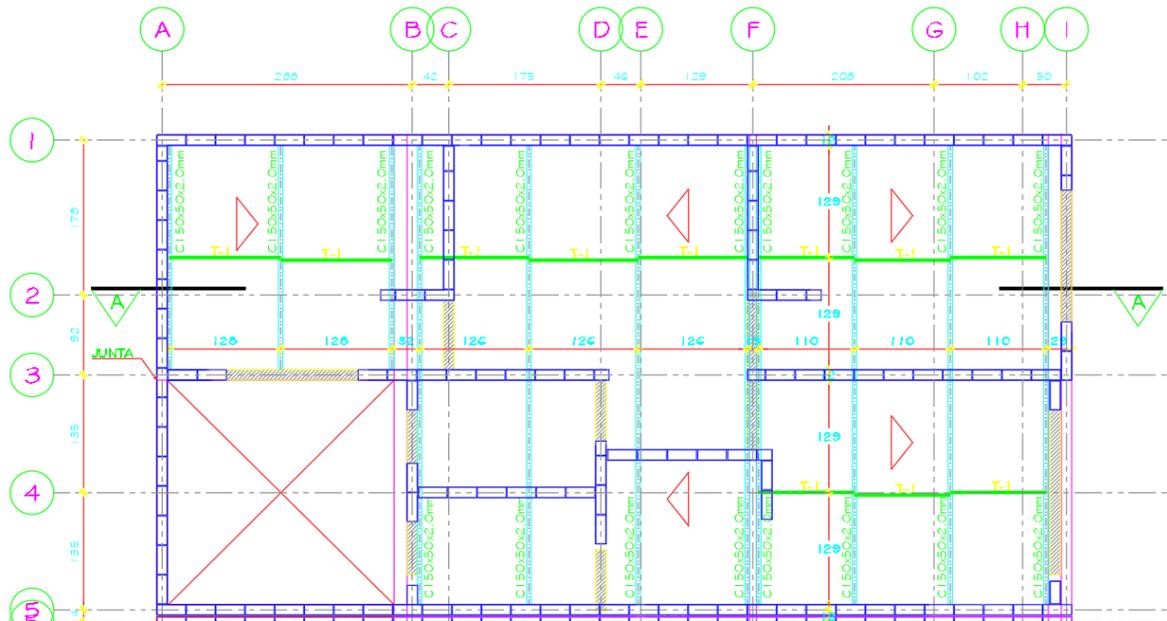


Fuente: Elaboración propia

7.1.1.3 Vigas dinteles de segundo piso y vigas de remate

Una vez se tienen los muros levantados en su totalidad, se procede con la ubicación de las vigas del segundo piso y las vigas de remate. La importancia de las vigas dinteles radica en una correcta distribución de los esfuerzos de manera perimetral y además soportar los esfuerzos de flexión para evitar deformaciones sobre los vanos que conforman puertas y ventanas. De igual manera, las vigas de remate son en las que posteriormente se anclaron los soportes sobre los cuales se ubican los perlines y la cubierta.

Imagen 13. Planta de cubierta casa medianera



Fuente: Constructora Madecons S.A

En cuanto a las actividades realizadas por el pasante en esta etapa de la construcción se encuentran la revisión de los niveles de mampostería, la verificación de las dimensiones y ubicación de las vigas, cuantías y diámetros de acero, separación de estribos y recubrimientos; una vez liberadas, las vigas proceden a ser fundidas donde el pasante de igual manera realizó las actividades de supervisión de la correcta dosificación del concreto de acuerdo a los planos y la correcta colocación y vibrado con el fin de evitar hormigueos en los elementos estructurales.

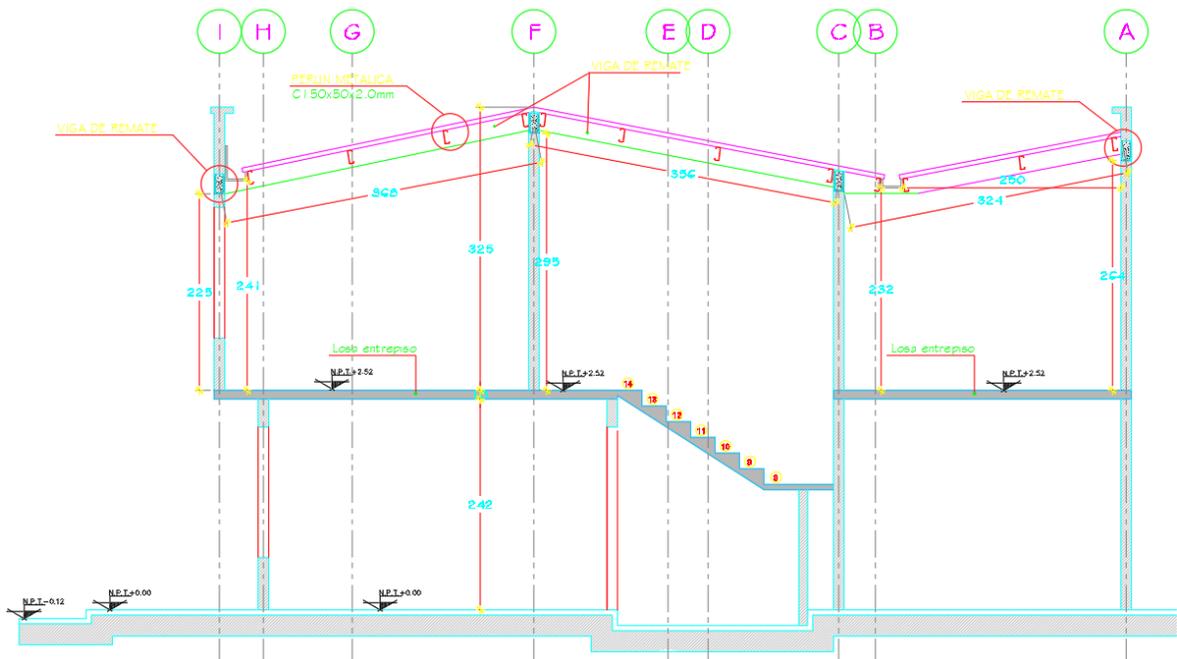
Imagen 14. Vigas segundo nivel y de remate



Fuente: Elaboración propia.

9.2.1.4 Cubierta

Imagen 15. Vista en perfil plano vigas de remate y cubierta



Fuente: Constructora Madecons S.A

Una vez se tenían fundidas las vigas de remate, era posible instalar los soportes metálicos para los perlines. Los perfiles metálicos usados fueron C150x50x2mm a los cuales fueron soldados templetes de acuerdo con el plano estructural de cubierta. Seguido a esto fue posible fundir las alfajías en los lugares correspondientes, la colocación de los perlines en los soportes y la colocación de la cubierta.

El pasante participó en la revisión de la ubicación de los niveles de cubierta, ubicación de los soportes y de templetes.

Imagen 16. Instalación perlines y cubierta

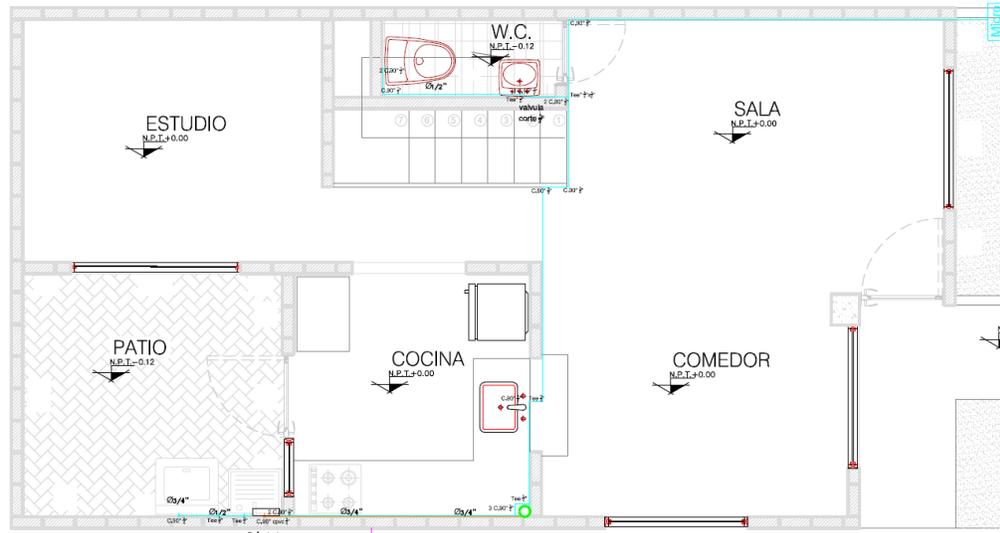


Fuente: Elaboración propia

9.2.1.5 Instalación tubería hidráulica y sanitaria

El pasante realizó la supervisión durante la instalación de las redes de agua caliente y fría, para ello se verificó de acuerdo con el plano de distribución hidráulica, el tipo de tubería utilizada para cada una de las redes, el diámetro usado, los tipos de accesorios y la ubicación de cada uno de los puntos para ambas redes.

Imagen 17. Distribución red de agua caliente y fría primer piso



Fuente: Constructora Madecons S.A

Imagen 18. Red hidráulica.



Fuente: Elaboración propia.

Luego de la instalación de toda la red para cada una de las casas era necesario realizar una prueba de presión hidrostática a cada una de las redes con ayuda de una bomba de pruebas.

Imagen 19. Prueba de presión hidrostática.



Fuente: Elaboración propia.

9.2.1.6 Repellos

Una vez se tenían las actividades anteriores ejecutadas, era posible realizar los repellos según lo indicado en los planos arquitectónicos. En este punto, el pasante inspeccionó el espesor del repello, plomada y escuadra en los elementos y dimensiones en puertas y ventanas.

Imagen 20. Repello fachadas

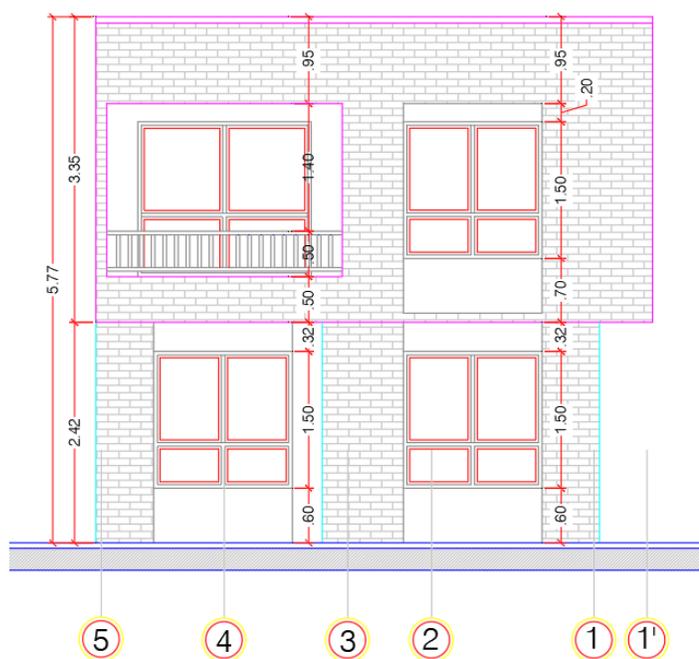


Fuente: Elaboración propia.

9.2.1.7 Fachaleta

Una vez se tenía la fachada de las casas repellada en su totalidad, era posible iniciar con la pega de la fachaleta en arcilla de acuerdo con los planos arquitectónicos. Se realizó inspección visual durante la pega de los elementos, garantizando la correcta distribución de estos y la correcta verticalidad a lo largo de toda la fachada. Se muestra a continuación el plano arquitectónico de la fachada frontal y las casas con la fachaleta en su totalidad.

Imagen 21. Plano arquitectónico, fachada.



Fuente: Constructora Madecons S.A

Imagen 22. Fachadas casas Okavango



Fuente: Elaboración propia

9.2.2 ZONA SOCIAL

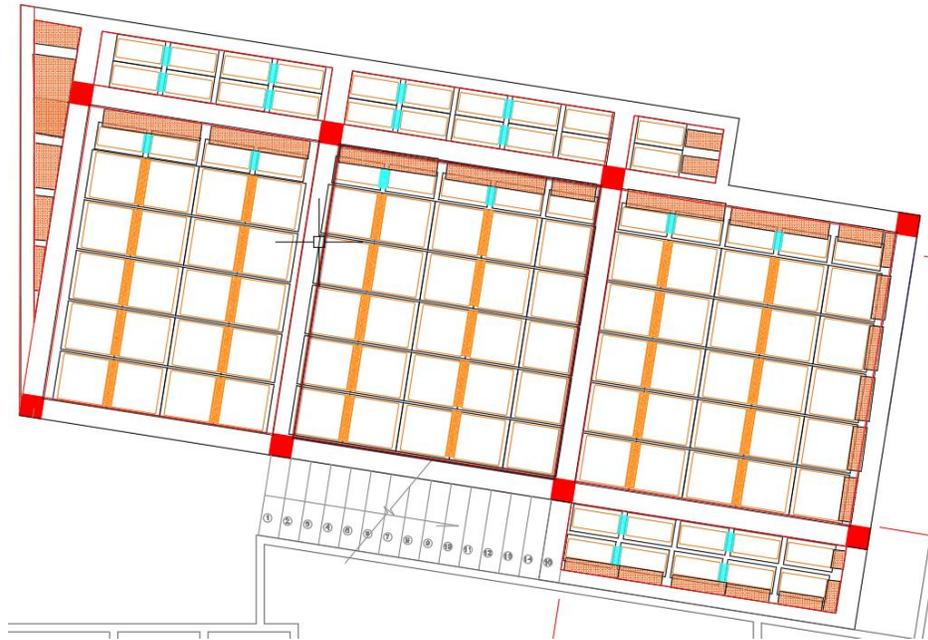
Durante el tiempo de la pasantía, el pasante estuvo presente en las actividades relacionadas con la construcción de la zona social, entre las que se destacan el salón social, el acceso vehicular y el cuarto de bombas de las piscinas, ítems que se mencionarán con mayor detalle a continuación:

9.2.2.1 Losa y vigas de entrepiso del salón social

Al momento del inicio de la pasantía el salón social se encontraba con las columnas del primer nivel fundidas, por lo que la siguiente etapa era la construcción de la losa de entrepiso.

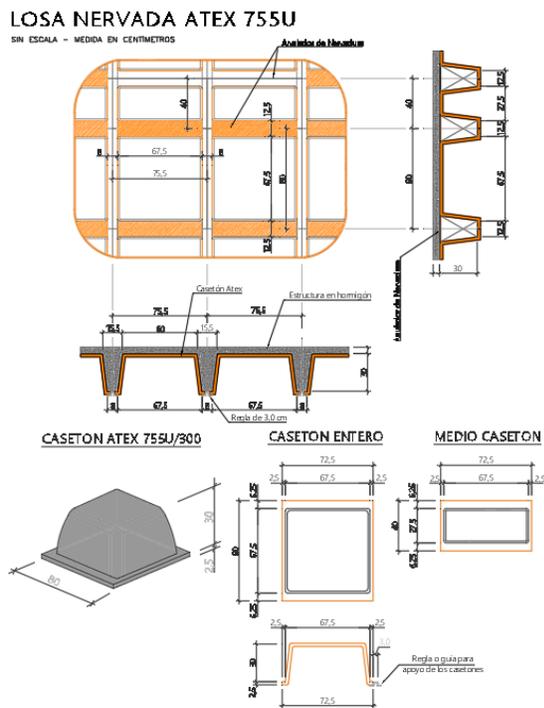
Para la losa del salón social se utilizó un sistema de losa aligerada con casetones en plástico recuperable Atex. Para la modulación de la losa de entrepiso se contó con el apoyo de uno de los trabajadores de la empresa Atex, modulación que fue aprobada posteriormente por el ingeniero estructural Juan Raul Solarte. El plano se muestra a continuación:

Imagen 23. Modulaci3n losa de entrepiso sal3n social



Fuente: Constructora Madecons S.A

Imagen 24. Caset3n atex



Fuente: Constructora Madecons S.A

Durante la instalación, entarimado y armado de los elementos estructurales, el pasante realizó las actividades de revisión de niveles, junto con el topógrafo. La supervisión de la correcta modulación del sistema aligerado, dimensiones de vigas de entepiso. Además, la cuantía de acero, empalmes y recubrimientos para la losa, vigas, viguetas y riostras de acuerdo con los planos estructurales. De igual manera se indicaba en los planos estructurales el arranque de algunas dovelas para los muros no estructurales por lo que se verificó su correcta ubicación.

Imagen 25. Losa y vigas de entepiso salón social



Fuente: Elaboración propia.

9.2.2.2 Columnas segundo piso salón social y vigas de cubierta

Se supervisó el cimbrado de las columnas sobre la losa de entepiso, cuantía de acero, empalmes, diámetros y separación de estribos, además del nivel del acero en la parte superior ya que se debía garantizar el anclaje sobre las posteriores vigas de cubierta. Se supervisó de igual manera la correcta dosificación del concreto y colocación en el sitio garantizando el correcto vibrado para evitar hormigueos y la segregación de los agregados.

Imagen 26. Columnas y vigas de cubierta salón social.

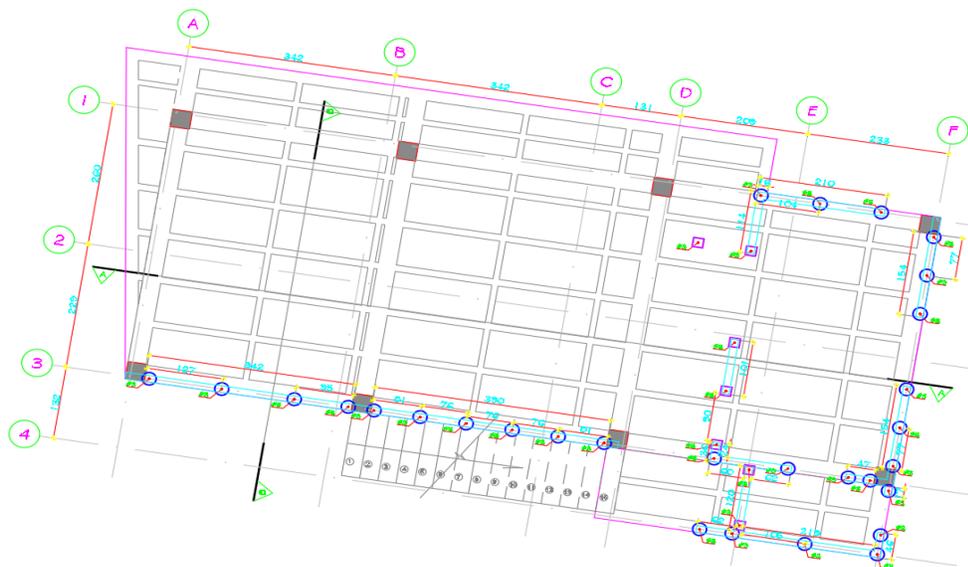


Fuente: Elaboración propia.

9.2.2.3 Mampostería (muros no estructurales)

El salón social al estar diseñado como una estructura netamente aporticada, los muros que lo conforman no cumplen con una función estructural, sin embargo, es de gran importancia verificar la correcta colocación y anclaje de los elementos de mampostería ya que pueden ser causales de accidentes en caso de no cumplirse con los requerimientos necesarios de anclaje y ubicación.

Imagen 27. Plano muros no estructurales segundo piso salón social.



Fuente: Constructora Madecons S.A

En este punto del proceso constructivo, se realizó la verificación de los arranques de aceros embebidos sobre la losa de entrepiso, se verificó la modulación de la primera hilada de los bloques de arcilla de acuerdo con los espacios arquitectónicos y la correcta ubicación de los refuerzos sobre la losa de entrepiso y su anclaje con aditivo epóxico. De igual manera se realizó la verificación de las dimensiones de antepechos, puertas y ventanas de acuerdo con los planos arquitectónicos. Una vez se ha terminado la pega de los muros, se verificó el llenado de cada una de las dovelas que contenían refuerzo, así como la dosificación del grouting y su colocación en sitio.

Imagen 28. Mampostería no estructural salón social.

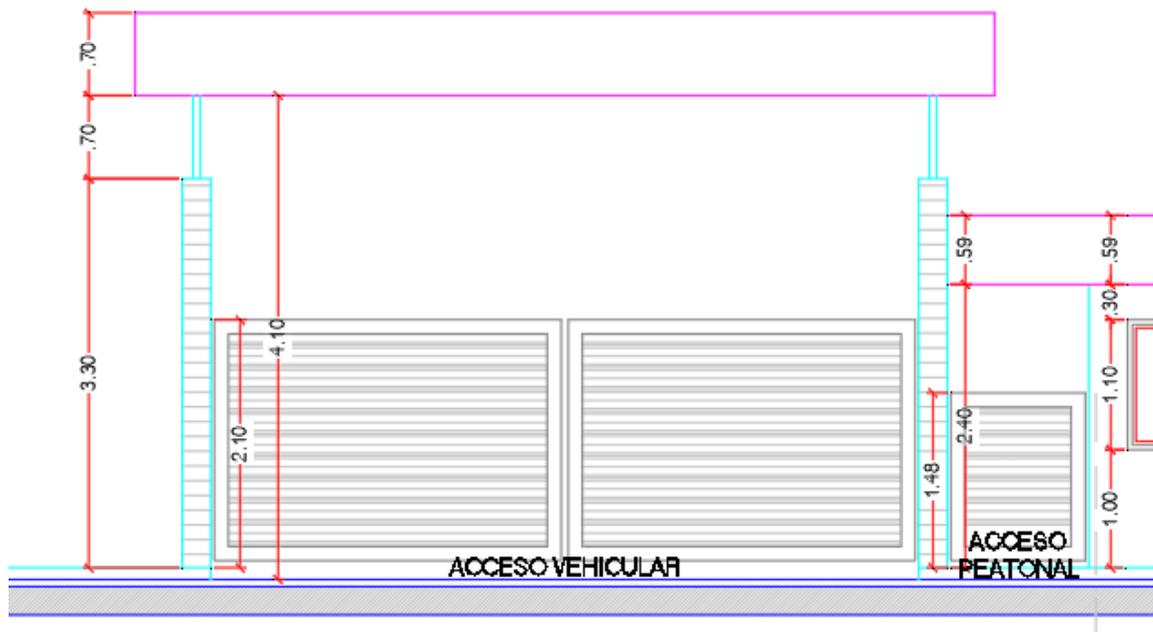


Fuente: Elaboración propia

9.2.2.4 Pantallas de acceso vehicular

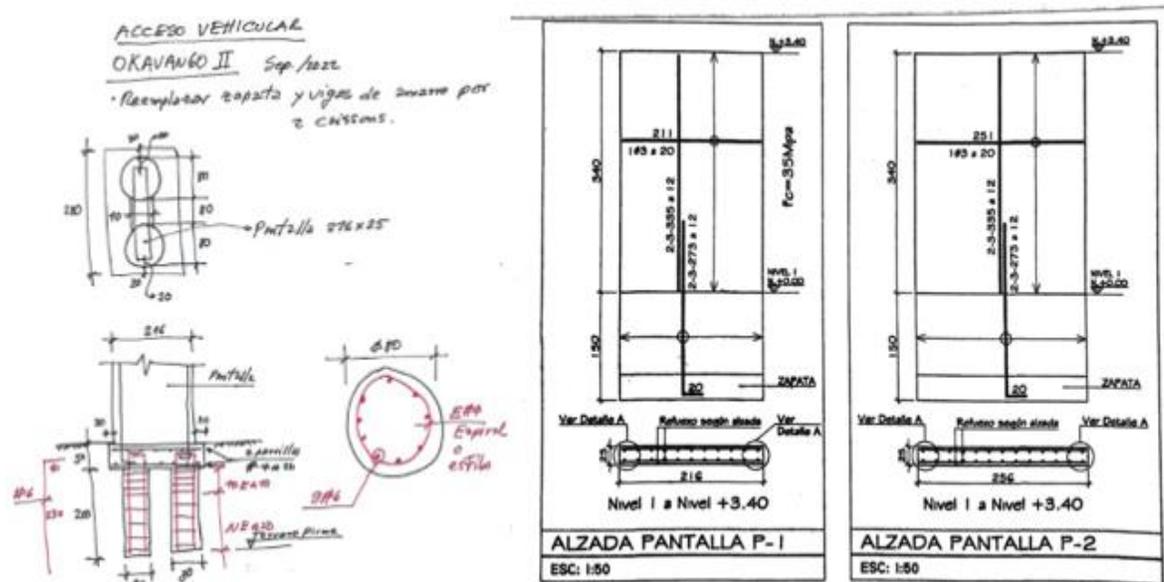
El acceso principal al conjunto residencial Okavango cuenta con una cubierta soportada sobre perfiles metálicos contenidos en pantallas de concreto, en las que a su vez cada una de estas pantallas se encuentran cimentadas mediante el uso de 2 caissons cada una. A continuación se muestra el plano arquitectónico y estructural del acceso vehicular.

Imagen 29. Plano arquitectónico acceso vehicular



Fuente: Constructora Madecons S.A

Imagen 30: Plano caissons y pantallas de acceso vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Para la cimentación de las pantallas de acceso vehicular, se realizó la revisión del acero de los caissons, los recubrimientos y la supervisión de la dosificación del concreto para su fundición y el vibrado durante su colocación.

Imagen 31. Caissons para pantallas de acceso vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez fundidos los caissons, se realizó el armado y fundición del pedestal en la parte superior de los caissons que permite el trabajo como grupo y una uniforme distribución de las cargas a través de los 2 elementos de cimentación. De igual manera se verifican los arranques para las pantallas de acceso vehicular, su correcta ubicación, los diámetros, la separación, la cuantía de los aceros y los recubrimientos; para la fundición del pedestal se utilizó concreto pavimento MR-38 suministrado por la empresa Geoacopio al cual se le realizó ensayo slump y toma de muestras de cilindros para su posterior ensayo de resistencia a la compresión.

Imagen 32. Pedestal superior pantallas de acceso vehicular



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se procedió a ejecutar el armado de acero de las pantallas y su encofrado. Para ello se realizó la revisión de las cuantías de acero, los niveles de las pantallas junto al topógrafo, el plomo de las pantallas y de los perfiles metálicos dentro de ellas. Una vez liberadas estas actividades fue posible continuar con la fundición para la cual se utilizó concreto premezclado de 3000psi acelerado 7 días.

Imagen 33. Pantallas de acceso vehicular.

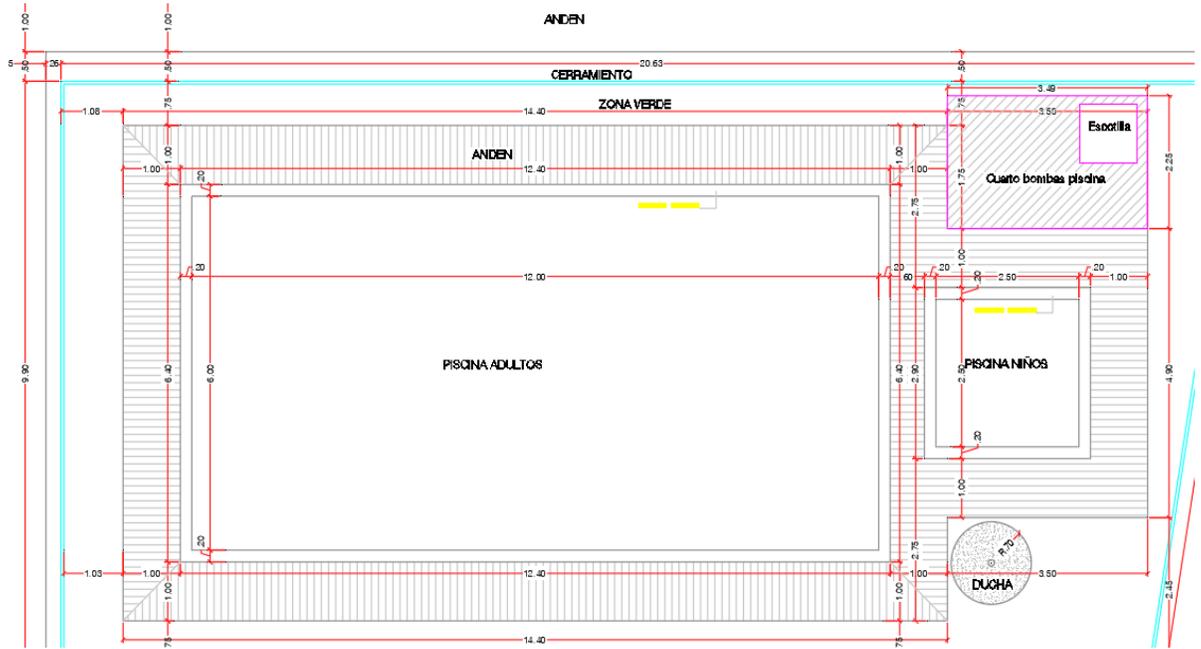


Fuente: Elaboración propia.

9.2.2.5 Cuarto de bombas

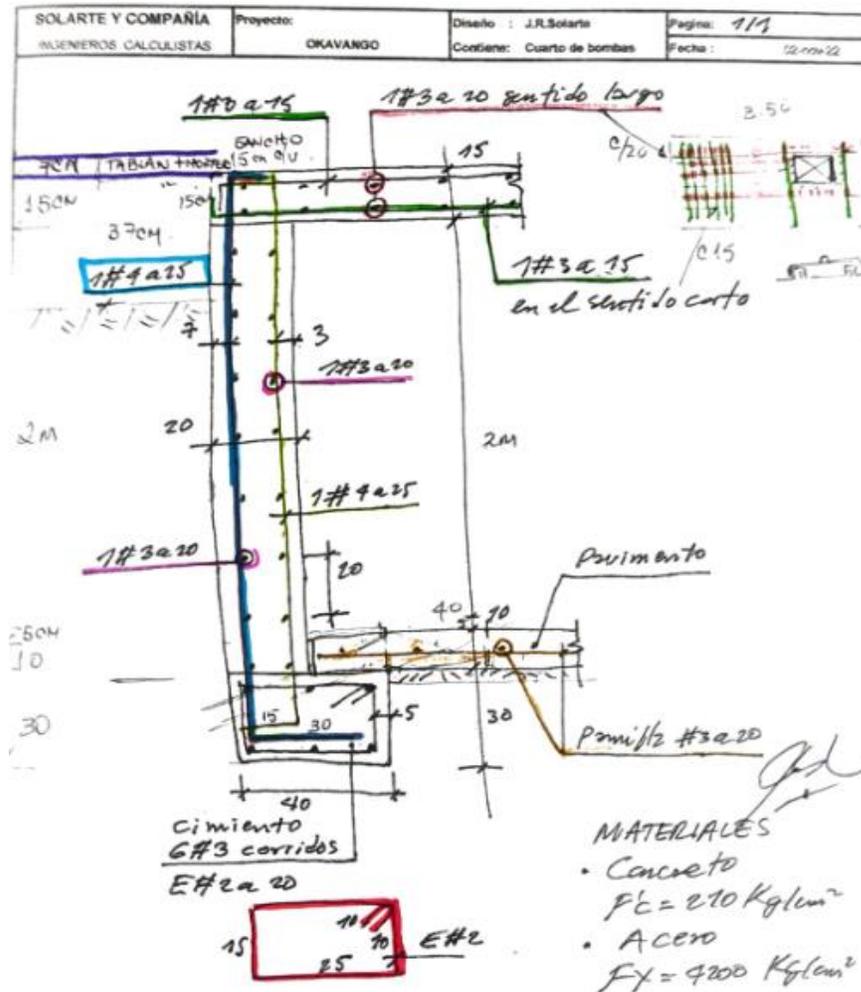
La zona social del conjunto residencial Okavango cuenta con 2 piscinas, una para niños y otra para adultos. Para poder operar de manera óptima, estas requieren de un cuarto de bombas que alberga las maquinas necesarias para su adecuado funcionamiento. Se muestra a continuación el plano arquitectónico de las piscinas y el plano estructural perteneciente al cuarto de bombas.

Imagen 34. Plano arquitectónico piscinas



Fuente: Constructora Madecons S.A

Imagen 35. Plano estructural cuarto de bombas



Fuente: Constructora Madecons S.A

El pasante realizó la liberación del acero de los muros exteriores y losa superior del cuarto de bombas de las piscinas de la zona social. Se realizaron las actividades de verificación de la ubicación de los aceros de acuerdo con el plano estructural, los diámetros de acero, los recubrimientos, y las dimensiones de los elementos. En la siguiente imagen se evidencian el encofrado y armado para los muros exteriores y la losa superior con su correspondiente escotilla.

Imagen 36. Armado de acero y encofrado cuarto de bombas.



Fuente: Elaboración propia

9.3 SEGUIMIENTO Y ACOMPAÑAMIENTO DEL PERSONAL EN OBRA

Para el cumplimiento de este objetivo se tuvo en cuenta las actividades realizadas por el pasante que no estuvieron directamente relacionadas con el proceso constructivo pero que fueron de gran importancia durante la ejecución y planeación de las actividades que la obra implica.

9.3.1 Personal administrativo

El pasante realizó el acompañamiento al personal administrativo en la inspección en la etapa de detallado y limpieza en las casas pertenecientes a la etapa 1 con el fin de poder tenerlas en óptimas condiciones para sus entregas. Entre las actividades que se revisaron se encuentran, la inspección para posibles problemas

de humedad, los bordes de muros despigados, los acabados de pinturas, el estado de la cerámica, el estado de la carpintería, entre otros.

Imagen 37. Detallado etapa 1



Fuente: Elaboración propia.

9.3.1.1 Acompañamiento en la carga de cantidades ejecutadas en software “Edificar”.

El pasante realizó el apoyo en la elaboración de memorias de obra, se realizó el acompañamiento a la ingeniería residente para la carga de las actividades ejecutadas en obra a el software “Edificar”, con el que posteriormente era posible realizar el pago a los contratistas.

Imagen 38. Cantidades plataforma edificar

| Actas | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----|---------------------------|----------|-----------------------|-----|--|-----|----------------------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Lista | | Datos | | | | | | | | | |
| Acta Nro. : 015 | | Fecha : 01/02/2023 | | Documento - Prefijo : | | Nro. : 000000FV-188 | | Fecha : 01/02/2023 | | Vcto : 25/01/2023 | Tipo : FC |
| Vr. Bruto : 8.425.023,80 | | Novedades : -1.204.275,24 | | Total : 7.220.748,56 | | <input checked="" type="checkbox"/> Cerrada | | <input type="checkbox"/> Anulada | | Referencia : | |
| f : 01/02/2023 | | 2 : 01/02/2023 | | Interfaz : | | | | | | | |
| Nv | Fr | Sub-Act. | Capitulo | Alterno | Otr | Descripción | Und | Cantidad | Prec. Unitario | O | Costo |
| 00 | 00 | 000000 | 0003 | 0003.04 | 00 | VIGA DE REMATE 12X20 CM SOBRE CULATAS | ML | 144,84 | \$22.210,00 | | \$3.212.454,40 |
| 00 | 00 | 000000 | 0003 | 0003.04 | 01 | VIGA DE REMATE 12X20 CM SOBRE CULATAS | ML | 21,46 | \$22.210,00 | | \$476.626,60 |
| 00 | 00 | 000000 | 0003 | 0003.05 | 00 | ALFAJAJA EN CONCRETO | ML | 83,76 | \$15.850,00 | | \$1.010.596,00 |
| 00 | 00 | 000020 | 0003 | 0003.08 | 00 | ACERO DE REFUERZO VARILLAS VIGA DE REMATE | KG | 59,60 | \$420,00 | | \$25.032,00 |
| 00 | 00 | 000020 | 0003 | 0003.08 | 01 | ACERO DE REFUERZO VARILLAS VIGA DE REMATE | KG | 58,87 | \$420,00 | | \$24.725,40 |
| 00 | 00 | 000021 | 0003 | 0003.08 | 00 | ACERO DE REFUERZO ESTRIBOS VIGA DE REMATE | KG | 90,40 | \$1.050,00 | | \$94.920,00 |
| 00 | 00 | 000021 | 0003 | 0003.08 | 01 | ACERO DE REFUERZO ESTRIBOS VIGA DE REMATE | KG | 17,52 | \$1.050,00 | | \$18.396,00 |
| 00 | 00 | 000000 | 0004 | 0004.01 | 00 | MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL BLOQUE ESTRUCTURAL PV 1... | M2 | 16,50 | \$16.070,00 | | \$265.155,00 |
| 00 | 00 | 000000 | 0005 | 0005.01 | 00 | CUBIERTA EN TEJA ONDULADA | M2 | 149,85 | \$9.200,00 | | \$1.378.620,00 |
| 00 | 00 | 000000 | 0005 | 0005.02 | 00 | CANAL METALICO LAMINA GALVANIZADA Cal. 20 (12x30x12... | ML | 25,50 | \$12.600,00 | | \$321.300,00 |
| 00 | 00 | 000000 | 0005 | 0005.03 | 00 | PERLIN COLL ROLL PHR 120 C16 (C 150X50X2 mm.) | ML | 238,24 | \$4.760,00 | | \$1.134.022,40 |
| 00 | 00 | 000000 | 0005 | 0005.03 | 01 | PERLIN COLL ROLL PHR 120 C16 (C 150X50X2 mm.) | ML | 20,10 | \$4.760,00 | | \$95.676,00 |

Fuente: Constructora Madecons S.A

9.3.1.2 Acompañamiento en la recepción de carpintería.

El pasante realizó acompañamiento en la recepción de elementos de carpintería entre los que se encuentran los muebles de cocina, los closets, los vestieres y los pasamanos para las escaleras. Durante esta actividad, se verificó el estado de la carpintería, las dimensiones de los elementos y también se inspeccionó que los componentes ejecutados cumplieran con cada uno de los items contratados.

Imagen 39. Recepción carpintería

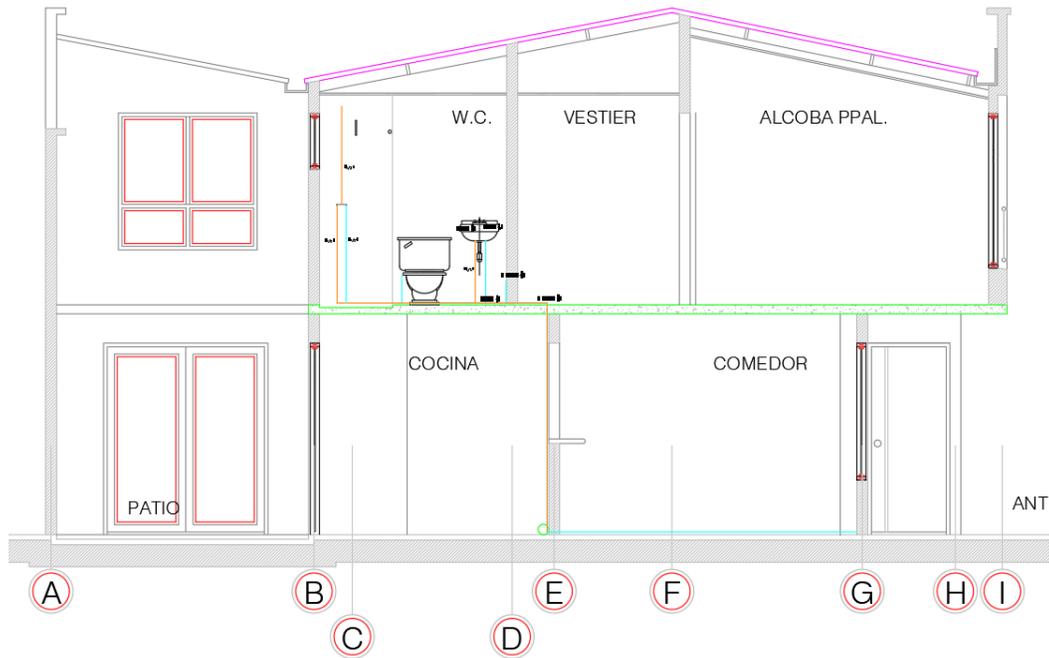


Fuente: Elaboración propia

9.3.1.3 Actualización de planos de redes de agua caliente y fría.

El pasante fue el encargado de realizar la actualización de los planos hidráulicos en autocad en planta de las redes de agua caliente y fría y la creación de cortes que permitieron la mejor visualización de la red hidráulica, con el fin de homogeneizar cada uno de los arreglos hidráulicos en cada una de las casas, debido a que se realizaron algunos cambios en el trazado de las redes y no se contaban con los diseños actualizados.

Imagen 40. Corte longitudinal red de agua caliente y fría actualizado



Fuente: Elaboración propia.

9.3.2 Asesoramiento a contratistas

Durante el tiempo de estancia en la obra el pasante fue capaz de brindar asesoramiento a los contratistas a cargo de la ejecución de la obra tanto de las unidades de vivienda como del salón social. Entre las actividades que se consultaron en este ítem se encuentran: niveles y ubicación de vigas dinteles de segundo piso y de remate, niveles de cubierta, cuantías de acero en elementos estructurales, dimensiones de antepechos, ventanas, muros, etc.

9.3.2.1 Supervisión pruebas de presión hidrostática

Una vez se tenían las redes hidráulicas instaladas en las casas, (procedimiento supervisado previamente), fue posible realizar la prueba de presión hidrostática a cada una de estas, esto con el fin de garantizar que no existieran fugas o pérdidas de presión a lo largo de toda la tubería, lo que indica que todos los accesorios quedaron correctamente instalados. La prueba de presión se realizó teniendo en cuenta la norma AWWA C605, método reconocido por las normas NTC. Teniendo en cuenta esto, el pasante supervisó las pruebas verificando que la red se sometiera a la presión adecuada, equivalente a 1.5 veces la presión de trabajo durante un periodo de 2 horas. Pasado este tiempo se verificaba que la presión permaneciera constante y se realizaba una inspección a lo largo de la red hidráulica verificando que no existieran fugas en ninguno de los tramos de tubería. En caso de tener una pérdida de presión se inspeccionaba para encontrar donde se encontraba la fuga, solucionarla y posteriormente realizar una nueva prueba de presión.

Imagen 41. Prueba de presión hidrostática



Fuente: Elaboración propia.

9.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CONCRETO

Durante el periodo de la pasantía, el estudiante participó del control de concreto, tanto mezclado en obra como premezclado. En este punto, el pasante era encargado de realizar la supervisión de la correcta dosificación del concreto para los elementos fundidos con concreto preparado en sitio. De igual manera, al momento de las fundiciones se realizaba, con ayuda del laboratorista, el ensayo slump bajo la norma NTC 396 y la toma de 10 muestras de cilindros, siguiendo la norma NTC 550 para cada uno de los elementos estructurales fundidos, con el fin de realizar el ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (NTC 673) a diferentes edades como se muestra a continuación:

- 3 muestras falladas en obra pasados los 7 días de curado
- 1 muestra fallada en obra pasados 14 días de curado
- 3 muestras falladas a los 28 días, 1 en obra y 2 en laboratorio externo.
- 3 muestras falladas a los 56 días, las cuales solo se fallarán en caso de no obtener el 100% de la resistencia a los 28 días.

Imagen 42. Toma de muestras de cilindros



Fuente: Elaboración propia.

Los cilindros eran desencofrados pasadas 24 horas donde se marcaban de acuerdo con el elemento muestreado para luego sumergirlos en un tanque para su curado. Luego se programaba su envío hasta la obra Santa Catalina donde se cuenta con el equipo necesario para el ensayo de los cilindros y que es perteneciente a la

constructora Madecons S.A. Una vez en el lugar de ensayo, se sumergen en agua hasta su fecha de rotura.

Los resultados proporcionados por el laboratorista son: Identificación de la muestra, diámetro inferior y superior y lectura de carga. De igual manera se coordinaba con la ingeniera residente para la recolección de las muestras por parte del laboratorio externo para ser falladas en las fechas correspondientes.

Imagen 43. Resultados ensayo de resistencia a la compresión



| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO | | | | | | | | | | | | | | FGLR-67 | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------|--|--|--|-------------|--|
| NTC 673 | | | | | | | | | | | | | | Versión 05 | |
| CLIENTE: Constructora Madecons S.A | | | | | | | | | | ORDEN SERVICIO No.: | | | | 1774 | |
| OBRA: Okavango Conjunto Residencial | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN OBRA: Calle 65N #19- 381 variante Norte - Municipio de Popayán, Departamento del Cauca | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTRATISTA: Constructora Madecons S.A | | | | | | | | | | | | | | | |
| INTERVENTORÍA: N.A | | | | | | | | | | | | | | HOJA No: 17 | |

| NUMERACIÓN INTERNA | NUMERACIÓN CLIENTE | TIPO DE MUESTRA | ELEMENTO Y UBICACIÓN DE TOMA DE LA MUESTRA | FECHA VACIADO | FECHA PRUEBA | EDAD (Días) | LECTURA CARGA KN | ÁREA mm ² | RESISTENCIA OBTENIDA | | | RESISTENCIA ESPECIFICADA | | | EVOLUCIÓN % | ASENTAM. cm | OBSERVACIONES |
|--------------------|--------------------|-----------------|--|---------------|--------------|-------------|------------------|----------------------|----------------------|------|------|--------------------------|------|------|-------------|-------------|--|
| | | | | | | | | | Kg/cm ² | PSI | Mpa | Kg/cm ² | PSI | Mpa | | | |
| 5808 | MZ G04 | CIL 4" | LOSA DE ENTREPISO CASA G3, G4, G5 | 11-nov-2022 | 09-dic-2022 | 28 | 282,4 | 8012 | 359,4 | 5112 | 35,2 | 210 | 3000 | 21,0 | 171,2 | 15,24 | PREMEZCLADO CONCRETO PLÁSTICO 3000PSI, SLUMP 6" +/- 1 GRAVA 3/4, ACELERADO 7 DIAS CX |
| 5809 | MZ G04 | CIL 4" | Hora de toma 11:50 a.m | 11-nov-2022 | 09-dic-2022 | 28 | 288,6 | 8171 | 360,2 | 5123 | 35,3 | 210 | 3000 | 21,0 | 171,5 | 15,24 | |
| 5810 | MZ G05 | CIL 4" | LOSA DE ENTREPISO CASA G1, G2 | 24-nov-2022 | 22-dic-2022 | 28 | 249,2 | 8171 | 310,9 | 4423 | 30,5 | 210 | 3000 | 21,0 | 148,1 | 16,51 | PREMEZCLADO CONCRETO PLÁSTICO 3000PSI, SLUMP 6" +/- 1 GRAVA 3/4, ACELERADO 7 DIAS CX |
| 5811 | MZ G05 | CIL 4" | Hora de toma 9:16 a.m | 24-nov-2022 | 22-dic-2022 | 28 | 243,6 | 8012 | 310,0 | 4410 | 30,4 | 210 | 3000 | 21,0 | 147,6 | 16,51 | |

Fuente: Constructora Madecons S.A

Finalmente, tanto los datos del laboratorista de la empresa Madecons como los proporcionados por el laboratorio Geofisica se registraron en una hoja electrónica para su control.

Imagen 44. Hoja electrónica control de concretos.

| ADECONS | | CONTROL DE CONCRETOS | | | | | | | | | | Fecha: 2022 | | | |
|--|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|----------|----------|----------|------------------|---------------|-------------|----------------|--|
| Proyecto Okavango Conjunto Residencial | | | | | | | | | | | | Página 2 de 3 | | | |
| CONTROL CILINDROS | | | | CONT. CLN. | | | | | | | FECHA DE ENTREGA | | | | |
| CILIN. No. | PROPORCIONES V/O PROVEEDOR | FECHA DE TOMA | ESTRUCTURA Y UBICACIÓN | EDAD DE ROTURA | FECHA ROTURA | RESULTADO (PSI) | RESULTADO (MPa) | PROM. 1C | PROM. 1C | PROM. 2C | SLUM | TIPO CONCRETO | % EVOLUCION | % SEVER. PROM. | OBSERVACIONES |
| M2 604 | ORDACORD | 1/11/2022 | LOSA DE ENTREPISO G3.04.56 | 7 | 18/10/2022 | 5170 | 35.8 | | | | | 3000 | 172% | | CONCRETO PLASTICO 3000 PSI, SLUM 6"-1", GRAVA 3/4" CON ACERADO 7 DIAS CM |
| | | | | 7 | 19/10/2022 | 5182 | 36.3 | | | | 173% | | | | |
| | | | | 7 | 19/10/2022 | 5202 | 36.7 | 5194.7 | | | 175% | | | | |
| | | | | 30 | 25/10/2022 | 5400 | 37.2 | 5200.0 | | | 182% | | | | |
| | | | | 29 | 09/12/2022 | 5704 | 39.3 | | | | 185% | | | | |
| | | | | 28 | 09/12/2022 | 5182 | 36.2 | | | | 175% | | | | |
| | | | | 28 | 09/12/2022 | 5123 | 35.3 | | | 5219.0 | 170% | | 177% | | |
| | | | | 55 | 09/12/2022 | | 0.0 | | | | 0% | | | | |
| | | | | 55 | 09/12/2022 | | 0.0 | | | | 0% | | | | |
| | | | | 55 | 09/12/2022 | | 0.0 | | | 0.0 | 0% | | 0% | | |
| M2 605 | ORDACORD | 24/11/2022 | LOSA DE ENTREPISO G1.62 | 7 | 04/12/2022 | 3996 | 28.3 | | | | | 3000 | 132% | | CONCRETO PLASTICO 3000 PSI, SLUM 6"-1", GRAVA 3/4" CON MUESTRA PRIMER CARRILLO 35841 |
| | | | | 7 | 04/12/2022 | 4514 | 31.1 | | | | 152% | | | | |
| | | | | 7 | 04/12/2022 | 3895 | 28.3 | 4101.5 | | | 132% | | 137% | | |
| | | | | 30 | 09/12/2022 | 4983 | 35.6 | 4983.2 | | | 153% | | 153% | | |
| | | | | 29 | 23/12/2022 | 4903 | 34.6 | | | | 153% | | | | |
| | | | | 29 | 23/12/2022 | 4423 | 30.5 | | | | 147% | | 143% | | |
| | | | | 29 | 23/12/2022 | 4410 | 30.4 | | | 4472.1 | 147% | | 143% | | |
| | | | | 55 | 19/12/2023 | | 0.0 | | | | 0% | | | | |
| | | | | 55 | 19/12/2023 | | 0.0 | | | | 0% | | 0% | | |
| | | | | 55 | 19/12/2023 | | 0.0 | | | 0.0 | 0% | | 0% | | |

Fuente: Elaboración propia

Debido a que todas las unidades de vivienda cuentan con el mismo sistema estructural, luego de la revisión de cada uno de los planos estructurales fue posible realizar una clasificación con las dosificaciones usadas dependiendo del elemento estructural. De igual manera se muestra la resistencia para los elementos pertenecientes a la zona social, en la siguiente tabla a manera de resumen:

Tabla 3. Tipo de concreto según elemento estructural.

| Elemento | Resistencia (psi) | Dosificación | Descripción |
|---------------------|------------------------|--------------|------------------|
| Losa entrepiso | 3000 | Premezclado | Acelerado 7 días |
| Vigas de entrepiso | | | |
| Pantallas de acceso | | | |
| Vigas segundo nivel | 3000 | 1:2:3 | Ag. Grueso 3/4" |
| Vigas de remate | | | |
| Escaleras | | | |
| Columnas | | | |
| Caissons | | | |
| Grouting | 1.2F'm < F'cr < 1.5F'm | 1:2.5:1.5 | Ag. Grueso 1/2" |
| Pavimento | MR 38 | Premezclado | Grava 1" |

Fuente: Elaboración propia

Para la fundición de elementos con concreto premezclado, se verificaba a la llegada del mixer, que el número del sello coincidiera con el indicado en el recibido. Posterior a esto se realizaba el ensayo slump (NTC 396) y la toma de muestras cilíndricas de tamaño 4" (NTC 550), a todos los mixers que ingresaban a la obra. Una vez se realiza el ensayo slump y se chequea que el asentamiento se encuentra dentro de la tolerancia permitida, era posible iniciar la actividad de fundición donde se realiza la supervisión del vaciado en el elemento a fundir, tratando de obtener elementos homogéneos y evitando la segregación de los agregados.

9.5 ELABORACIÓN DE INFORMES Y MEMORIAS DE OBRA

Durante el tiempo de la pasantía, el pasante fue el encargado de la elaboración de los informes de obra de la empresa Madecons, donde se registraban los avances durante periodos de quince días, junto a su registro fotográfico. Los informes de obra realizados se encuentran en los documentos anexos.

Imagen 45. Informes de obra



Fuente: Elaboración propia.

De igual manera el pasante apoyó en la elaboración de memorias de obra junto a la ingeniera residente, donde se registraron las cantidades de las actividades ejecutadas por cada contratista durante un periodo determinado, junto con su registro fotográfico. Una vez se tenían los ítems y las cantidades ejecutadas para cada actividad, se realizó una memoria de obra para cada uno de los contratistas. Los datos de avance de obra son entregados a la ingeniera residente para que proceda a ingresar los datos a la plataforma “Edificar” y con ello realizar el pago a cada contratista.

Imagen 46. Memoria de obra viga de remate 12x20cm

| OKAVANGO | | ADECONS | | MEMORIAS CANTIDADES DE OBRA | | | 16 de febrero de 2023 | | |
|--|--------|---------------------------------------|---|-----------------------------|---------------|----------|-----------------------|----|--------|
| | | | | | | | Página 1 de 9 | | |
| Proyecto: OKAVANGO CONJUNTO RESIDENCIAL | | | | | | | | | |
| Item No. | Unidad | Descripción | Contratista | | | ACTA | Fecha | | |
| 3.04 | ML | VIGA DE REMATE 12X20CM, SOBRE CULATAS | CONSTRUCTORA EDUARDO MERA S.A.S - GG30126 | | | 10 | 16/02/2023 | | |
|  | | UBICACIÓN | CONTRATADO | ACUMULADO | PRESENTE ACTA | | UND | | |
| | | MANZANA G | 166.1 | ML | 166.10 | POR CASA | TOTAL | ML | |
| | | MANZANA G CASAS G1, G2, G3, G4, G5 | | | | 166.1 | | | |
| | | SUBTOTAL | | | | | | | |
| | | | | | | | CANTIDAD TOTAL | | 166.10 |
| NOTA: MEDIANERA BASICA = 26.72 ML MEDIANERA AMPLIADA = 32.5 ML ESQUINERA TIPO 1 = 33.7ML ESQUINERA TIPO 2 = 34.9ML | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

El pasante fue el encargado de recibir algunos de los acabados en la etapa 1, entre ellos muebles de carpintería para cocina, closets, vestieres, pasamanos para escalera en madera. Para ello se verificó el estado, las dimensiones de cada uno de los elementos y que correspondiera con cada uno de los ítems contratados. Ítems que luego de ser recibidos se les realizó su respectiva memoria de obra para su posterior pago.

Imagen 47. Memoria de obra carpintería.

| OKAVANGO | | ADECONS | | MEMORIAS CANTIDADES DE OBRA | | | | 14 de febrero de 2023 | | | |
|---|--------|--|------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|------------|----------------|------|
| | | | | | | Página 1 de 12 | | | | | |
| Proyecto: OKAVANGO CONJUNTO RESIDENCIAL | | | | | | | | | | | |
| Item No. | Unidad | Descripción | | | Contratista | | ACTA | | Fecha | | |
| 12.09 (2) | UND | CARPINTERIA DE MADERA PARA CLOSET EN AGLOMERADO X 1.65ML INCLUYE INSTALACIÓN | | | LEGNOARTE S.A.S-GG477 | | 1 | | 14/02/2023 | | |
|  | | UBICACIÓN | CONTRATADO | | ACUMULADO | PRESENTE ACTA | | | UND | | |
| | | ETAPA 1 | 4 | UND | 1.00 | TRAMOS | TOTAL | | UND | | |
| | | | | | | | SUBTOTAL | | 1.0 | | |
| | | | | | | | | | | CANTIDAD TOTAL | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia.

10 CONCLUSIONES

Apoyar en la supervisión del proceso constructivo en la etapa 2 del proyecto y zona social, garantizando la correcta ejecución de la obra y las buenas prácticas ingenieriles durante la construcción.

- Es de suma importancia realizar control y supervisión en la etapa constructiva de los proyectos ya que es uno de los factores más importantes que influyen en la vida útil de una estructura, la seguridad y su funcionamiento.
- La realización de seguimiento durante la etapa constructiva de un proyecto permite prevenir posibles errores durante la ejecución, desperdicio de materiales, retrasos de obra, etc.
- Es de vital importancia el conocimiento y claridad de todos los planos técnicos para la ejecución de cualquier proyecto. Esto permite facilitar el desarrollo en los procesos constructivos y evitar pérdidas de tiempo y dinero debido a una mala ejecución.

Brindar acompañamiento al personal a cargo durante la ejecución del conjunto residencial Okavango.

- Es de gran importancia durante la ejecución de un proyecto, la participación interdisciplinaria y la concertación de ideas con el fin de dar soluciones eficientes a problemáticas que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto.

Realizar seguimiento y control del concreto suministrado a la obra.

- Es de suma importancia tener control durante la preparación del concreto, los agregados usados y su dosificación ya que solo de esta manera es

posible garantizar las resistencias con las que cada elemento estructural fueron diseñados.

- Es fundamental la realización de ensayos de laboratorio y de campo al concreto ya que de esta manera es posible verificar las propiedades mecánicas y garantizar su comportamiento durante su vida útil.

Acompañar al personal de la empresa en la elaboración de informes y memorias de obra.

- La importancia de la elaboración de informes y memorias de obra radica en que permite realizar un seguimiento de los avances de obra en un tiempo determinado, garantizando que el proyecto se ejecute bajo el tiempo y presupuesto proyectado.

El proyecto Okavango genera un gran aporte a la mitigación del acceso a la vivienda a la clase media debido a que busca satisfacer las necesidades específicas de esta población mediante estudios técnicos y socioeconómicos, que permiten encontrar un balance entre cumplimientos estructurales y la favorabilidad en términos económicos.

Finalmente, la práctica profesional realizada en el proyecto Okavango fue una valiosa manera de afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo de toda la carrera de ingeniería civil. Así mismo permitió al pasante, a través de la práctica, un acercamiento fundamental para el desarrollo de su ejercicio profesional y tras el cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados.

11 BIBLIOGRAFIA

- Melgar Anleu, J. P. (2015). *Comparación de costos en la construcción de viviendas en serie con los sistemas de mampostería reforzada tradicional versus concreto reforzado que utiliza formaleta de aluminio, en el Condominio Valle de los Sauces del municipio de San José Pinula del departamento de Guatemala* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Arbeláez Posada, J. C., García Pabón, K. M., Molina Molina, S. I., Ramírez Madrigal, C. M., & Soto Acosta, L. G. (2001). *Diseño para viviendas de interés social en mampostería parcialmente reforzada*.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, NSR-10. Bogotá, AIS, 2010
- Facultad de Ingeniería Civil. Resolución fic-820 de 2014. Reglamento de trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil. Popayán: Universidad del Cauca, 2014. Extraído de <http://portal.Unicauca.Edu.Co/versionp>